

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Potencial de Variedades Forrajeras de Trigo (*Triticum aestivum* L.) y Cebada  
(*Hordeum vulgare* L.) Evaluadas en Diferentes Ambientes

Por:

**JUAN JESUS GARNICA CHICO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Potencial de Variedades Forrajeras de Trigo (*Triticum aestivum* L.) y Cebada  
(*Hordeum vulgare* L.) Evaluadas en Diferentes Ambientes

Por:

**JUAN JESÚS GARNICA CHICO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Ing. Gustavo Alfonso Buziaga Vera

Asesor Principal



M.C. Juan Samuel Guadalupe

Jesús Alcalá Rico

Coasesor



Dr. Enrique Navarro Guerrero

Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

## DEDICATORIA

A mis padres:

Sra. Irene Chico Arellano

Sr. Gerardo Garnica Bravo

Con respeto, cariño y mucho amor, principalmente por haberme dado la vida y por sus esfuerzos, sacrificios, sus nobles consejos y dando siempre lo que está en su alcance para sus hijos, con el único fin de ayudar y en mi caso para alcanzar este logro; también por su comprensión en los momentos más difíciles..... GRACIAS.

A mis hermanos: Gerardo

Norberto

Yanira

Les dedico esta tesis con todo el cariño, por todos los momentos que hacen que mi vida sea feliz, les dedico este triunfo y espero que sea un ejemplo de que con esfuerzo y dedicación las metas se logran.

Y en general a toda mi familia y mis amigos por su apoyo brindado en mi estancia en la Universidad.

## AGRADECIMIENTOS

- A mis padres por prepararme y enseñarme que la vida no es fácil a la misma ves luchar por lo que queremos ser.
- A mis tíos que a pesar de todo dieron lo mejor de ellos para que uno saliera a delante (Manuel ,Luis ,El gallo, Enrique)
- A mi abuelo J. Jesús Chico quien me enseñó que siempre ay que luchar por la familia.
- A mi amiga Jesica de Gto quien me decía no te palies chuy y siempre me cuidó una mujer muy decidida de hacer las cosas.
- A mis amigos que siempre estuvimos apoyándonos y luchamos por ser mejores personas.
- A Dios: que permitió dar lo mejor de mí.
- A pipo, cuco y Víctor Manuel Villanueva coronado quien fueron como mis padres y siempre voy a estar agradecidos con ellos.
- A MI ALMA MATER. Quien durante mi estancia me cobijó en sus aulas llenándome de conocimientos y formándome a base de valores Humanos.

De la misma manera agradezco a las siguientes personas por su apoyo humano y profesional, para que este trabajo se realizara exitosamente.

M.C. JUAN SAMUEL GUADALUPE JESÚS ALCALÁ RICO

Por su aportación, sugerencias y tiempo dedicado, ya que a pesar de todas sus ocupaciones siempre me asesoro, lo considero un gran amigo que se le quiere y se le respeta, muchísimas gracias. Por brindarme su confianza y apoyo en la dirección de la presente tesis en la interpretación de los análisis estadísticos dejando plasmados su enseñanza y sabios consejos, pero más que nada en la sinceridad.

ING. GUSTAVO ALFONSO BURCIAGA VERA

Por su forma de ser una grande persona que respeto, muchas gracias por darme la oportunidad de realizar este trabajo y así seguir los pasos de mi padre que quiero mucho y respeto que para mí es un ejemplo a seguir.

Dr. ENRIQUE NAVARRO GUERRERO

Le agradezco la confianza y el esfuerzo puesto en mi trabajo para desarrollarlo en el momento y espacio adecuado para presentarlo.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIAS</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	viii
<b>INDICE DE FIGURA</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>I.INTRODUCCION</b> .....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
<b>II.REVISION DELITERATURA</b> .....	3
Trigo.....	3
Descripción botánica.....	3
Sistema radical.....	4
Tallo.....	4
Las hojas.....	4
La inflorescencia.....	4
La flor.....	5
El fruto.....	5
Exigencias climatológicas y edafológicas.....	5
Clasificación.....	7
Importancia del trigo.....	7
Importancia de trigo en Mexico.....	8
Consumo de trigo forrajero.....	9
Cebada.....	10
Origen geográfico.....	10
Clasificación taxonómica.....	10
Descripción botánica.....	10
Condiciones ecológicas.....	11
Riego.....	11

Cebada forrajera .....	12
Importancia de la cebada .....	13
Fertilizantes.....	15
Triple 17 .....	15
Importancia del nitrógeno.....	15
Importancia del fosforo .....	16
<b>III.MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
Ubicación del área experimental.....	17
Material vegetativo.....	17
Tratamientos.....	18
Establecimiento del experimento .....	19
Preparación del terreno.....	19
Control de maleza.....	19
Control de plagas .....	19
Riegos.....	19
Variables a evaluar .....	19
Análisis estadístico.....	20
<b>IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Fases de desarrollo de trigo según la escala de Zandoks.....	6
Cuadro 3.1 Identificación de variedades de trigo y cebada utilizadas en el experimento .....	18
Cuadro 3.2. Identificación de las densidades aplicadas a las variedades.....	18
Cuadro 3.3 Identificación de las fertilizaciones aplicadas a cada variedad. ....	18
Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza del peso de forraje verde de variedades con dos fertilizaciones y dos densidades. ....	21
Cuadro 4.2 Comparación de medias de Tukey del peso húmedo de las variedades .....	22
4.3 Cuadrados medios del análisis de varianza de peso seco de variedades, bajo dos ambientes, dos densidades y dos fertilizaciones.....	23
Cuadro 4.4 Comparación de medias de Tukey del peso seco de las variedades.....	24



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Interacción de las variedades con el ambiente en la producción de peso seco .....	24
Figura 4.2. Interacción de las variedades con las densidades en la producción de peso seco.....	25
Figura 4.3. Interacción de las densidades con las fertilizaciones en la producción de peso seco.....	26
Figura 4.4 Regresión lineal del peso húmedo con el peso seco.....	27

## Resumen

Actualmente existe una alta demanda de forraje de calidad principalmente en el norte y centro de México, por tal motivo se han desarrollado variedades adaptadas que la finalidad de producción sea el forraje. Además de ello las variedades requieren de un buen ambiente para que puedan expresar su potencial genético, por lo que requieren de la estandarización del manejo para ello se requieren ser probados en diferentes ambientes y chequear los niveles óptimos de densidades y fertilización. Por tal motivo el propósito del presente trabajo determinar la capacidad forrajera de las variedades de trigo así como de la cebada y potencializar su expresión genética a través de un manejo óptimo. En el experimento se utilizaron tres variedades de trigo y una de cebada las cuales se sembraron en dos localidades (Intituto Mexicano del Maiz y Bajío de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro), utilizando cuatro densidades de siembra y cuatro fertilizaciones. Las variables evaluadas fueron Peso de forraje verde y seco. El análisis de varianza mostro significancia tanto para Repeticiones como para Genotipos en las dos variables lo que quiere decir que hubo heterogeneidad en el terreno de ambos ambientes y los genotipos se comportaron de manera distinta esto puede atribuirse a su constitución genética. Por otro lado, solo el peso seco presentó diferencias para las interacciones ambiente\*variedad, densidad\* variedad y densidad\*fertilización. La cebada forrajera presentó los mayores valores tanto para peso seco como para peso fresco seguido de la variedad Baltasar y UA. En cuestión de las interacciones no se presentó alguna tendencia, por lo que cada variedad respondió diferente a cada ambiente y densidad, en cuestión de la densidad\* la fertilización ocurrió algo similar. Además existe una correlación positiva lineal en las variables de peso seco y peso fresco de forraje.

Palabras clave: Potencial, correlación, efecto, interacción

## I. INTRODUCCIÓN

El rendimiento a nivel nacional se lleva a cabo en los siguientes estados: Baja California con un rendimiento de 12.742 (ton/ha) dando lugar Sinaloa con 11.661(ton/ha) y sonora 11.392 (ton/ha) son los estados con el rendimiento más alto. Los demás estados van por un muy bajo rendimiento 1.664(ton/ha) lo que abarca Chiapas y Chihuahua con 0.680(ton/ha) (SIAP 2018)

Por su parte SAGAR (2000) menciona que el trigo ocupa el primer lugar aportando el 16% de proteína mundial total, incluyendo todos los productos agropecuarios y el pescado.

Así mismo, el contenido de proteínas depende de la variedad del trigo, así como las condiciones ambientales y de manejo (temperatura, método de cultivo, tipo de suelo y disponibilidad de Nitrógeno). El valor nutritivo de las proteínas está determinado no solo por su cantidad, sino por el balance de aminoácidos. De tal forma que, al demorar la aplicación de Nitrógeno hasta antes del tercer riego (73 días después de la siembra) se obtienen los máximos contenidos de proteína, en forma general el valor nutricional del trigo entero es de 337 kilocalorías, superior al frijol que contiene 332 kilocalorías, pero inferior al maíz y arroz cuyo valor es 362 y 364 kilocalorías.

Por otro lado, el cultivo de la cebada (*Hordeum vulgare* L) es considerado como el más antiguo, con más de 15,000 años bajo el cuidado del hombre y cuyos granos se utilizaron para la panificación incluso antes que el trigo. La cebada tiene las ventajas sobre otros cereales del mismo ciclo ya que es vigorosa, resistente a sequías, a la salinidad y puede cultivarse en suelos marginales, presenta rápido desarrollo, por lo que produce forraje y / o grano en relativamente menor tiempo y costo en comparación con otros cereales ofrece buena calidad forrajera (Colín 2007).

La cebada tiene un hábito de crecimiento anual, con tendencia a convertirse en perenne bajo condiciones muy especiales. Existen variedades de Primavera e invierno, las primeras tienen un ciclo corto de 80 a 90 días, se siembra a fines de Invierno o a principios de Primavera, usadas principalmente para la producción de grano. Las variedades de invierno poseen ciclo hasta 160 días, utilizadas principalmente para la producción de forraje (Robles 1990).

### **Objetivos**

Determinar la relación entre el peso fresco y peso seco de forraje  
Determinar el potencial forrajero de las variedades de trigo y cebada  
Determinar el efecto de las interacciones hacia las variedades

### **Hipótesis**

Abrá una relación positiva entre las variables  
Por lo menos una variedad presentará potencial forrajero  
Las interacciones influyen en el comportamiento de las variedades

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### El trigo

#### Descripción Botánica

En cuanto a la descripción botánica, se tiene que el trigo pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), es una planta herbácea no mayor de 80 cm de altura en las variedades silvestres.

Colín (1992) menciona que el trigo en su clasificación botánica se encuentra de la siguiente manera:

Clase: Monocotiledoneae.

Orden: Graminales.

Familia: Poaceae o Gramineae.

Tribu: Triticeae.

Sub – Tribu: Triticinae.

Género: *Triticum*

Especie: *Aestivum*.

#### Morfología

Las características morfológicas del trigo, es el medio para identificar las especies dentro del género *triticum* y las variedades en cada especie. Ciertas características de la planta tales como el crecimiento, espigamiento y altura, son determinadas genéticamente las cuales dependen de la temperatura, longitud del día o fecha de siembra. según Robles (1990). (Torres en 1996) menciona las etapas fenológicas en general la planta de trigo se puede clasificar como sigue: Siembra, germinación, emergencia, crecimiento vegetativo ó desarrollo, floración ó período reproductivo, madurez fisiológica y para la agricultura madurez comercial.

## **Sistema Radical**

El sistema radical es adventicio, ya que pierde sus raíces primarias cuando el tallo comienza a desarrollarse. Las raíces permanentes nacen después de que emerja la planta en el suelo, estas nacen con los nudos que sostienen a la planta en la absorción del agua y de los nutrientes del suelo hasta que madura. Suelen alcanzar más de un metro, situándose la mayoría de ellas en los primeros 25 cm de suelo. (Terra Nova, 1995).

## **El Tallo**

El tallo o caña es hueco, verde, rígido, un tanto pubescente, formado por nudos y entre nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado. Este crece normalmente de 60 a 120 cm. Existen trigos enanos que tienen una altura de 25 a 30 cm. y trigos altos de 120 a 150 cm. Hay también trigos sami- enanos de 50 a 70 cm. son los más convenientes para su rendimiento. (Terra Nova, 1995).

## **Las Hojas**

Las hojas nacen de los nudos, son acintadas y sin pecíolo, paralelinervias y terminadas en punta. En cada nudo nace una hoja, esta se compone de vaina y limbo, entre estas dos partes existe una que recibe el nombre de cuello de cuyas partes laterales salen unas prolongaciones llamadas aurículas. La hoja tiene una longitud que varía de 15 a 25 cm y de .5 a 1 cm de ancho. El número de hojas varia de 4 a 6 cm. y en cada nudo nace una hoja. La vaina parte que sobresale del tallo y el limbo, es una lámina verde angosta y con nervaduras longitudinales. (Terra Nova, 1995).

## **La Inflorescencia**

Es la espiga conformada por el raquis; es un adelgazamiento por el tallo constituido por nudos, entre nudos y la espiguilla, que se compone de un grupo de flores, no todas fértiles, que constan de glumas y glumelas. (Terra Nova, 1995).

### **La Flor**

Consta de un pistilo y tres estambres. Está protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados. (Terra Nova, 1995).

### **El Fruto**

El fruto del trigo es una cariósida más o menos larga con un solo grano, que es la semilla caracterizada por una hendidura longitudinal en la parte central, compuesta por el embrión y el endospermo. Su periodo vegetativo es de 150 – 180 días según las variedades. (Terra Nova, 1995).

### **Exigencias Climáticas y Edáficas**

El trigo prospera en climas sub-tropicales, moderadamente templados y moderadamente fríos, la temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo oscila entre 10 y 24 °C. La temperatura no debe ser demasiado fría en Invierno, ni demasiado elevada en Primavera, menos durante la maduración.

Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 ó 400 mm. de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en Invierno y abundante en Primavera, pero lo más apropiado es una pluviosidad anual de 229 - 762 mm. más abundante en Primavera que en el Verano.

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante

los Inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio, abundante lluvia durante la Primavera, dada su escasa capacidad de retención de agua. El mejor cultivo del trigo se consigue en terreno cargado de marga y arcilla, aunque el rendimiento es satisfactorio en terrenos más ligeros. El trigo prospera mal en tierras acidas ya que las prefiere neutras o algo alcalinas, tolera ph de 6.5 a 8. También los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren los suelos neutros o alcalinos. (Robles 1990).

El desarrollo del trigo es un proceso complejo en el que diferentes órganos crecen se desarrollan y mueren, siguiendo una secuencia que a veces se superpone. Las fases de la escala de Zandoks describen lo que puede ser observado a simple vista. Esta escala tiene 10 fases principales numeradas de 0 a 9 esta descripción es a menudo todo lo que se necesita para saber en qué estadio está el cultivo, sin embargo, también se puede observar el cultivo en detalle usando la sub- fases de 1 a 9 (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Fases de desarrollo de trigo según la escala de Zandoks.

Etapa principal	Descripción	Sub-fase
Z0	Germinación	0.0 - 0.9
Z1	Producción de hojas TP	1.0 - 1.9
Z2	Producción de macollos	2.0 - 2.9
Z3	Producción de nudos TP (encañado)	3.0 - 3.9
Z4	Vaina engrosada	4.0 – 4.9
Z5	Espigado	5.0 – 5.9
Z6	Antesis	6.0 – 6.9
Z7	Estado lechoso del grano	7.0 – 6.9
Z8	Estado pastoso del grano	8.0 – 8.9
Z9	Madurez	9.0 – 9.9



---

T.T. Chang y C.F Fuente: (Rawson, 2001).

## **Clasificación**

Los trigos de Primavera son aquellos que se siembran al comienzo de la Primavera, crecen y se cosechan a finales de Verano según las zonas. Evitando así que las heladas e inclemencias climatológicas frenen su desarrollo natural. Los trigos de invierno son sembrados en Otoño, crecen de forma lenta e inhiere cuando llega el frío para cosecharse en Verano (López Bellido, 1990) Para el metabolismo de sus órganos, la planta requiere la disponibilidad de ciertos elementos químicos esenciales, como el Nitrógeno que favorece su desarrollo de una forma normal.

## **Importancia del Trigo**

El trigo es uno de los cereales más importantes a nivel mundial por la superficie sembrada y cosechada, porque es base de alimentación en muchos países y por ser considerado por la FAO como uno de los cultivos básicos por aportar aminoácidos esenciales al ser humano (Moreno, 2012). Como lo menciona el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2013), la producción mundial de trigo durante el ciclo agrícola del año 2011/2012 fue de 695 millones de toneladas; la Unión Europea aportó un 20%, China 17%, India 13%, Rusia y Estados Unidos de América 8%, Australia y Canadá 4%, Pakistán y Kazajistán 3%, y el 20% restantes lo aportaron otros países. México se encuentra en el número 23 de producción a nivel mundial con 3.8 millones de toneladas por año, destacando por su rendimiento unitario de 5.7 t ha<sup>-1</sup> en riego y 2 t ha<sup>-1</sup> en temporal.

Así mismo la mayor parte de la energía que consume el hombre proviene de los cereales considerando históricamente como el eje de la agricultura de la fuente más productiva de alimentos; tales como trigo, arroz, y maíz; de todos estos se considera que el trigo es el más abundante y productivo (Serna-Saldívar, 2009).

La propiedad más importante del trigo es la capacidad de cocción de la harina de vida a la elasticidad de gluten que contienen. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre aunque gran parte se destina a la alimentación animal (SAGARPA 2002).

El trigo es uno de los cereales que más aparece en literatura occidental, incluso en la biblia está citado hasta 40 veces y en la parábola del sembrador hace ilusión a la bondad. Su origen se remonta a la antigua Mesopotamia; las evidencias provienen de Siria, Iraq, Turquía y Jordania. Existen hallazgos de restos de grano de trigo que datan del año 6700 A.C. (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Tomando en cuenta la demanda alimenticia en el ganado lechero de seis kilogramos de alfalfa por vaca al día y que en la Comarca Lagunera se disponen de aproximadamente 252,175 cabezas de ganado que requiere de alimentación forrajera, es decir, si se menciona exclusivamente al cultivo de alfalfa, se estará demandando 1, 513,050 toneladas por día (SAGARPA 2016).

### **Producción de Trigo en México**

El trigo fue introducido a México por los españoles poco después de la conquista y se encontró que se adaptaba bien a los suelos y climas del país; “variedades” que se usaban, en este tiempo, en realidad eran mezclas de trigos que diferían en rendimiento, precocidad y calidad industrial y eran. El rendimiento unitario que se obtenía a la cosecha variaba sin embargo, la producción que se obtenía en los campos de cultivo era muy baja debido a un sinnúmero de factores. entre 600 y 800 kg/ha llegando a presentarse ciclos en que la cosecha se perdía por el daño de enfermedades susceptibles a la roya o chahuistles (Solís, 2000).

En el territorio nacional se distinguen las regiones Noroeste y Bajío por su preponderancia en la producción de trigo, siendo los principales estados productores Sonora, Sinaloa, Baja California, Guanajuato, Michoacán y Jalisco

La superficie cultivada promedio de trigo en México en la década de los noventa asciende a 898 miles de hectáreas. El área sembrada disminuyó a un ritmo anual de 3.6% debido a los comportamientos negativos de los ciclos Otoño - Invierno y al Primavera - Verano (SAGARPA, 2001).

De la superficie promedio de 898 miles de hectáreas, el 73% corresponde a la cultivada con sistemas de riego. La superficie sembrada en temporal disminuyó en más de 51 mil hectáreas durante el periodo en cuestión, lo que se traduce en un decremento promedio anual de 2.8% debido a problemas climáticos.

La reducción de la superficie sembrada y de la producción de trigo en México se reflejó en el desabasto nacional y fue consecuencia de la problemática que ha tenido este cereal sembrado bajo condiciones de riego, en donde destaca lo siguiente: 1) problemas fitopatológicos como el carbón parcial, que ha limitado seriamente la siembra de trigo harinero en Sonora y Sinaloa, 2) escasez de agua para la siembra ya sea por la baja captación de lluvia, por escurrimiento de las principales obras hidrológicas o debido al encarecimiento del agua de bombeo por altos costos de extracción, 3) por último, por la baja rentabilidad del cultivo como consecuencia del incremento de los costos de inversión y del establecimiento o de la baja del precio de la cosecha (Villaseñor, 2000).

### **Consumo de Trigo Forrajero**

El uso industrial de trigo representa más del 90 % de la demanda principal. En 2008, se observó una ligera disminución en este uso, ya que registro 5.2 m/tons. Mientras que el año anterior ese consumo había superado las 5.5 m/tons. Sin embargo, debido al que el precio relativo del trigo ha comenzado a disminuir, se espera una recuperación de la demanda industrial de manera que llegue alcanzar 6 m/tons en

2018. A pesar de que en 2008 el precio real del trigo supero los \$3,8000/ton se espera que para 2009 este disminuya y se ubique alrededor de \$3,400/ton.

## La cebada

### Origen Geográfico

Vavilov ha descrito dos centros de origen de la cebada: Del centro en Etiopia y África del Norte, provienen muchas de las variedades cubiertas con barbas largas, mientras que del otro centro, (China, Japón y el Tibet,) proceden las variedades desnudas, barbas cortas o sin barbas, y los tipos de granos cubiertos por caperuzas. Según Brucher y Aberg, citados por Hughes et al. (1974)

### Clasificación Taxonómica

La planta de cebada se ubica taxonómicamente de la siguiente manera:

Clase Angiospermae

Subclase Monocotiledonea

Grupo Glumiflora

Orden Graminales

Familia Poaceae

Género *Hordeum*

Especie *Hordeum vulgare*

### Descripción Botánica

Robles en 1990 establece que la cebada tiene un habito de crecimiento anual, con tendencia a convertirse en perenne bajo condiciones muy especiales

El sistema radicular de la cebada es más superficial que el del trigo. Se estima que un 60 % del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm. del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1.2 m. de profundidad.

El tallo es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila generalmente desde 0.50 a 1.0 m.

La cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida; las flores están formadas por tres estambres y un pistilo de dos estigmas, es autógama, las flores abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada (pureza).

Las espiguillas se encuentran unidas directamente al raquis, dispuestas de manera que se cubren unas a otras. Las glumas son alargadas y agudas en su vértice y las glumillas están adheridas al grano, salvo en la cebada conocida como “desnuda”; las glumillas se prolongan por medio de una arista.

Las cebadas cultivadas se distinguen por el número de espiguillas que quedan en cada diente del raquis. Si queda solamente la espiguilla intermedia mientras abortan las laterales, tendremos la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*); si aborta la espiguilla central, quedando las dos espiguillas laterales, tendremos la cebada de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum*); si se desarrollan las tres espiguillas tendremos la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum*) (Guerrero 1992).

### **Condiciones Ecológicas**

El cultivo de la cebada se puede desarrollar en regiones que presentan un rango de temperatura entre 3° C y 30° C, siendo la óptima 20° C, la altitud oscila entre 400 y 3500 msnm, prospera en regiones secas y cuando se cultiva en regiones húmedas se debe tener cuidado con la incidencia de algunos fitopatógenos, se ha observado que este cultivo se adapta a muy diversos tipos de climas y suelos, Es tolerante a

la alcalinidad en comparación al trigo y la avena, prosperando mejor en suelos arenosos. Los mejores rendimientos de grano se obtienen en suelos tipo migajón con buen drenaje, profundos y ph de 6.0 a 8.5.

## **Riegos**

Cuando se lleva a cabo el cultivo de la cebada de riego, hay que aplicar éstos de acuerdo a las necesidades de la planta; pero en términos generales, se puede afirmar que la cebada es un poco menos exigente que el trigo. El número de riegos depende del clima y del suelo principalmente según Robles 1990.

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al trigo, aunque, por ser el ciclo más corto, la cantidad de agua absorbida es algo inferior. La cebada tiene la ventaja de que exige más agua al principio de su desarrollo que al final, por lo que es menos frecuente que en el trigo el riesgo de asurado (Guerrero 1992).

## **Cebada Forrajera**

Bajo condiciones normales de crecimiento la cebada que produce alto rendimiento y buen peso por unidad de volumen es satisfactoria para su uso como forraje. (Poelhman, 1981).

Es importante considerar que las cebadas de dos hileras presentan características forrajeras superiores a su contraparte de seis hileras debido a su mayor capacidad de amacollamiento. Además, de un mayor tolerancia enfermedades y un mejor desarrollo del grano. Estas características y otras presentan en las cebadas de dos hileras son de importancia para el desarrollo del grano. Estas características y otras presentes en las cebadas de dos hileras son de importancia para el desarrollo de variedades mejoradas para el alto rendimiento y resistencia a enfermedades, así como para la obtención de cebadas de doble propósito (producción de grano y forraje) tanto en este tipo de cebadas como en las seis hileras (Zúñiga, 1987).

Echeverri (1958). Menciona que las características más importantes de una especie forrajera de Invierno son.

1. Resistencia al frío para sobrevivir a las heladas.
2. Resistencia a las enfermedades para que no se reduzca la producción y calidad del forraje.
3. Tolerantes a la sequías y a las inundaciones.
4. Capacidad para soportar periodos ocasionales o pastoreo.
5. Calidad nutricional de forraje.
6. Adaptabilidad para labores de cosecha.

Por su parte Hughes et al. (1974) menciona otras características importantes de las especies forrajeras de invierno.

1. Alto rendimiento forrajero.
2. Alto valor nutritivo (rico en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono).
3. Precocidad al corte.
4. Resistencia a plagas y enfermedades.
5. Resistencia a factores ambientales adversos.
6. Resistencia al acame.

Mientras que algunas cebadas pueden ser utilizadas para alimentar ganado, las forrajeras producen más altos rendimientos de biomasa que las alimenticias convencionales. Las cebadas forrajeras proveen también más energía por tonelada de materia seca de toda la planta lo que las hace de mayor calidad.

La cebada como se sabe es un cereal invernal de amplia adaptación, sin embargo debemos destacar el hecho de que las variedades que actualmente se utilizan en nuestra área de influencia, fueron formadas y desarrolladas fundamentalmente en el Bajío Mexicano con condiciones de suelo y agua considerados de alto potencial

productivo, de modo que al establecerlas en el norte de México exhiben un comportamiento muy diferente al de aquellas áreas.

### **Importancia de la Cebada**

A nivel mundial, la producción de cebada no tiene la misma relevancia que otros granos como el trigo, pero, aun así, es materia prima importante en algunos países, principalmente en vías de desarrollo, ya que para las naciones industrializadas este grano es utilizado como alimento para animales y como malta.

Teniendo en cuenta las características que presenta la cebada en cuanto a su rusticidad y considerando que aproximadamente el 80% del área agrícola en nuestro país es de temporal, el aprovechamiento de este cultivo es de gran importancia para su establecimiento sobre todo en aquellas áreas en las que otros cultivos no prosperan.

Uno de los principales problemas que enfrentan en la actualidad los ganaderos, es la falta de insumos para alimentar al ganado especialmente durante épocas críticas como en el período invernal, es ahí donde los cereales por su rápido desarrollo representan importantes alternativas para la producción ganadera, ya que su uso se ha extendido en los últimos años, utilizándolos en pastoreo, heno, verdeo, picado y ensilado, (Hughes et al, 1974; Flores et al, 1984 y Colín et al., 2004). Dichos cultivos presentan características que los hacen especialmente útiles para forraje, ya que producen altos rendimientos y son ricos en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono, (Cash et al, 2004). cebada es el forraje más comúnmente usado en las raciones; se usan también ensilajes de avena, trigo y triticale Los cereales son populares como forrajes anuales en las grandes planicies del norte de EEUU, con avena como la especie más cultivada, seguida por cebada y en menor proporción centeno y trigo, reportándose la calidad superior del forraje de cebada sobre el de avena.



En México y en particular en la Región Lagunera el uso de cebada para producción de forraje es poco usual, a pesar de las bondades que representa. La causa más común es la ausencia de variedades diseñadas para la producción de forraje según Modesto Colín Rico, et al. (2009).

Dietz en 1970 menciona que la calidad del forraje para animales en pastoreo está determinada por: (1) la palatabilidad del forraje y la cantidad ingerida por el animal; (2) los niveles de nutrientes importantes en la porción de la planta consumida; (3) la habilidad de los animales para digerir estos nutrientes; (4) la eficiencia de los nutrientes para su mantenimiento, crecimiento, reproducción y engorda.

## **Fertilizantes**

### **Triple 17**

Es un fertilizante granulado de fórmula FÍSICA; garantiza los mejores resultados de floración, producción y tamaño de todo tipo de plantas florales, frutales y de ornato. Su uso es universal: plantas, flores, frutales, hortalizas y de ornato. Contiene 17% de Nitrógeno, 17% de Fósforo y 17 % de Potasio. Se prepara con las fuentes adecuadas según el análisis de suelo.

Garantizar los mejores resultados de floración, producción y tamaño de todo tipo de plantas florales, frutales y de ornato. Su uso es universal: plantas, flores, frutales, hortalizas y de ornato.

### **Importancia del Nitrógeno**

El Nitrógeno es importante en la nutrición de las plantas porque es constituyente de proteínas, ácidos nucleicos y otros compuestos, como las hormonas y la clorofila. La mayoría de los sistemas agrícolas tienen una alta demanda de Nitrógeno. Los cereales como el arroz o el trigo, requieren de 20 a 40 kg/ha de Nitrógeno por tonelada de grano producido (Peoples et al.,1994).

Cuando el Nitrógeno del suelo se encuentra en cantidades suficientes, el trigo presenta las siguientes características (Rodríguez, 1989).

1. Mayor vigor vegetativo, manifestado en crecimiento, volumen y peso.
2. Color verde intenso en la masa foliar.
3. Mayor producción de hojas de buena sanidad y calidad.
4. Mayor producción de frutos y semillas.

### **Importancia del Fósforo**

El Fósforo es un componente muy importante del proceso mediante el cual la planta transforma la energía solar en alimento, fibras, y aceite. Juega un papel muy importante en la fotosíntesis, en el metabolismo de los azúcares y en el almacenamiento y la transferencia de energía. El Fósforo además promueve el desarrollo de las raíces y tallos, afectando la calidad de las frutas, hortalizas, granos y semillas (Ortiz – Malcher, 1998).

Un adecuado suministro de Fósforo en las primeras etapas de la vida de las plantas es importante porque da mayor solidez a la paja de los cereales, la calidad de grano se incrementa y aumenta la resistencia a las enfermedades. Los factores que afectan la disponibilidad del Fósforo para las plantas incluye los niveles de éste en el suelo, el tipo y la cantidad de minerales arcillosos aireación, la compactación, el contenido de agua, la temperatura y el pH del suelo, la disponibilidad de otros nutrimentos esenciales y el tipo de cultivo (Tisdale y Nelson 1970).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Ubicación del Área Experimental**

La siembra del presente trabajo de investigación se llevó a cabo el día 28 de octubre del 2018 en el ciclo agrícola Otoño - Invierno en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", ubicada en Buenavista Saltillo Coahuila dentro de las parcelas experimentales del Instituto Mexicano del Maíz Dr. MarioE. Castro Gil. el cual se encuentra ubicado a una Altitud de 1,742 msnm, dentro de las coordenadas Latitud Norte 25°23'56 y Longitud Oeste 101°59'17. La textura del suelo es de tipo arcilloso, con un pH alcalino de 7.8 a 8.0.

La segunda área está localizada en el Bajío UAAAN a una latitud norte de 25°21'29 y 101°02'19 Oeste cerca del depósito de agua situado cerca de la bodega de prácticas agrícolas. La textura del suelo es franco arcilloso con un pH alcalino de 6.4 a 7.9. El número de entradas fueron de 64, se conforma por un surco de 2.5 mts con una distancia de .75 mts, dejando un callejón de .50 mts dando el arreglo factorial del tratamiento.

El sitio experimental le corresponde un clima predominante seco semi- calidos, con una precipitación pluvial media anual de 435.56 mm. Concentrándose la mayor parte en los meses de junio y agosto, con una temperatura media anual que fue de 19.6 °c, y una temperatura mínima media anual que fue de 10.4°c.

#### **Material Vegetativo**

Se utilizaron tres variedades de trigo y una de cebada las cuales se observan en el cuadro 3.1.

Cuadro3.1 Identificación de variedades de trigo y cebada utilizadas en el experimento

ID	Variedad
V1	Celaya
V2	Baltasar
V3	UA
V4	Cebada forrajera

### Tratamientos

Los tratamientos estuvieron conformados por cuatro distintas densidades de siembra (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Identificación de las densidades aplicadas a las variedades

ID	Dosis	Tipo se fertilizante
1	140 kg/ha	17-17-17
2	160 kg/ha	17-17-17
3	180kg/ha	17-17-17
4	200kg/ha	17-17-17

Se utilizaron cuatro niveles de fertilizació los cuales se encuentran en manera ascendente (cuadro 3.3)

Cuadro 3.3 Identificación de las fertilizaciones aplicadas a cada variedad.

ID	Tratamiento
1	80
2	100
3	120
4	140

## **Establecimiento del Experimento**

### **Preparación del terreno**

Las prácticas del cultivo fueron realizadas siguiendo las especificaciones recomendadas y utilizando la maquinaria agrícola tradicional.

El barbecho se efectuó a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm, se le dieron dos rastras cruzadas con el fin de tener mayor aireación y exponer las plagas del suelo y así obtener un mejor desarrollo de planta, además se efectuaron trabajos de nivelación para mejorar el drenaje del suelo y mejor aprovechamiento del agua. Por último una vez removido y nivelado el suelo se procedió a la formación de parcelas para el establecimiento del experimento. Esto se hizo en las dos áreas experimentales.

### **Control de Malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual con ayuda de los estudiantes y trabajadores de la Universidad.

### **Control de Plagas**

En este caso no hubo incidencia de plagas ni de enfermedades por lo cual no fue necesario la aplicación de productos químicos.

### **Riegos**

Se le aplicaron los riegos de acuerdo a las necesidades de la planta con la fertilización correspondiente

## **Variables a Evaluar**

Peso de forraje verde: se corto las plantas de la parcela y se peso en una bascula.

Peso de forraje seco: las plantas se dejaron secar al aire libre hasta que las plantas mantuvieran un peso constante.

## **Análisis Estadístico**

El presente trabajo se realizó mediante un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial de tres factores donde los tratamientos fueron tres variedades de trigo y una de cebada forrajera a cuatro dosis de fertilización en cuatro distintas densidades de siembra con 4 repeticiones.

#### IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza para peso húmedo se observó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) para repeticiones y variedades. Lo cual puede deberse a las diferentes condiciones genéticas que tiene cada variedad y la heterogeneidad del terreno. La fuente Densidades y Fertilización así como sus interacciones no presentaron diferencias, lo que significa que no tuvieron un efecto en el peso de forraje verde por lo cual se recomendaría utilizar aquellas densidades y fertilizaciones donde se invierta lo menos posible.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza del peso de forraje verde de variedades con dos fertilizaciones y dos densidades.

FV	GL	CM	
den	3	29.97	
fer	3	20.59	
rep	2	189.10	**
var	3	829.98	**
den*var	9	34.70	
fer*var	9	22.52	
den*fer	9	33.28	
den*fer*var	27	22.31	
Error	126	27.43	
Media		18.42	
CV		28.43	

\*, \*\* Significativos a los niveles de probabilidad  $\leq 0.05$  y  $0.01$ , FV: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados Medios, den: Densidades, fer: Fertilizaciones, rep: Repeticiones, var: Variedades, CV: Coeficiente de Variación.

La prueba de tukey presento tres grupos siendo el V4 el de mayor peso húmedo con un 29.7% mas que el resto. En cambio la v3 y v2 tuvieron un peso intermedio pero superior al v1 con un 25.5 % mas peso (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Comparacion de medias de Tukey del peso humedo de las variedades

Variedad	Peso humedo	Grupos
V4	23.705	a
V3	18.741	b
V2	17.646	b
V1	13.599	c

De acuerdo al cuadro 4.3 se observaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) en las fuentes de variación rep, ver y las interacciones amb\*var y den\*var. Por otro lado la interaccion den\*fer fue significativa al ( $p \leq 0.05$ ). Esto pudo deberse a divergencia genética de cada variedad, así como las localidades presentan condiciones diferentes que influyen en el comportamiento de las variedades. Para Repeticiones nos indica que la superficie donde se sembro presenta heterogeidad. Y en cuention de fertilizaciones y densidades cada genotipo se pudiera decir que cada genotipo presento en particular cierta un punto optimo de cada uno.



4.3 Cuadrados medios del analisis de varianza de peso seco de variedades, bajo dos ambientes, dos densidades y dos fertilizaciones.

FV	GL	CM	
amb	1	0.85	
den	1	6.20	
fer	1	0.85	
rep	1	36.97	**
var	3	22.13	**
amb*var	3	25.78	**
den*var	3	12.30	**
amb*den	1	1.30	
fer*var	3	5.11	
amb*fer	1	0.03	
den*fer	1	11.92	*
amb*den*var	3	1.28	
amb*fer*var	3	0.51	
den*fer*var	3	0.64	
amb*den*fer	1	8.17	
amb*den*fer*var	3	1.80	
Error	351	2.95	
Media		7.04	
CV		24.41	

\*, \*\* Significativos a los niveles de probabilidad  $\leq 0.05$  y  $0.01$ , FV: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados Medios, amb: Ambientes, den: Densidades, fer: Fertilizaciones, rep: Repeticiones, var: Variedades, CV: Coeficiente de Variación.

En lo que respecta las diferencias entre variedades la V4 y V2 presentaron los mayores pesos secos con un 10.44% mas en comparación con el resto de variedades estudiadas (Cuadro 4.4). Además, los valores alcanzados en el presente

trabajo se encuentran en el intervalo reportado por diversos autores como Arano (1998), Anónimo (2001) y Del Castillo et al. (2013).

Cuadro 4.4 Comparacion de medias de Tukey del peso seco de las variedades

Variedad	Peso seco	Grupos
V4	7.588	a
V2	7.265	ab
V3	6.790	bc
V1	6.513	c

En la interaccion Geotipo por ambiente la V3 Y V4 presentaron un comportamiento similar en los dos ambientes pero con valores diferentes. En el caso de V2 se puede apreciar que no se ve afectada por el ambiente. Y para V1 ocurrio lo contrario de V3 y V4 al tener mayores valores en el ambiente 2 (Figura 4.1).

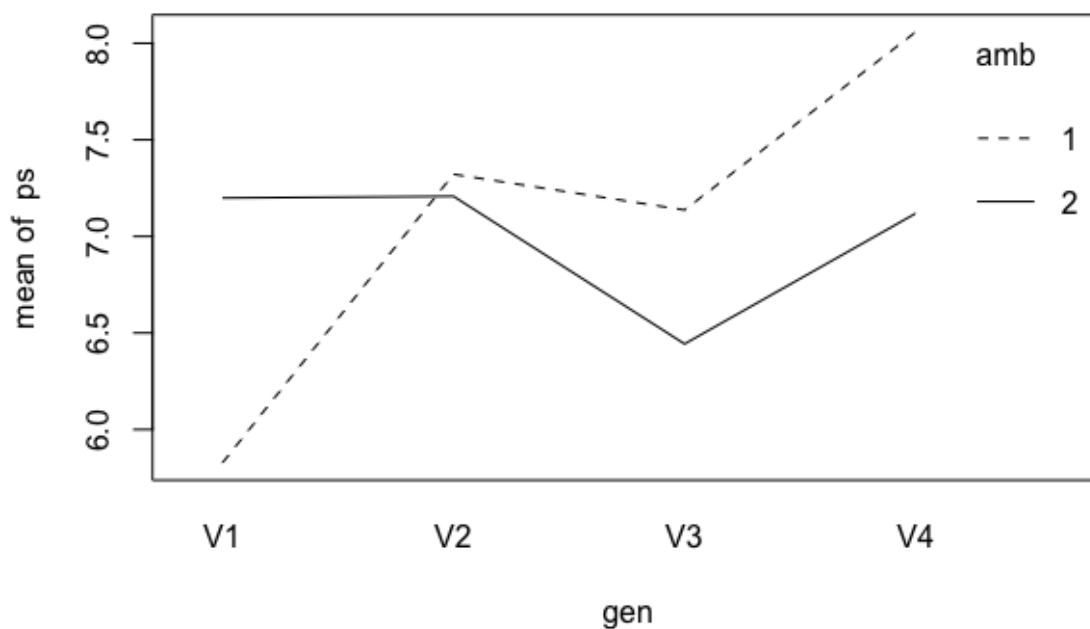


Figura 4.1. Interaccion del las variedades con el ambiente en la producción de peso seco

En la interacción de variedades con las densidades se puede observar una tendencia similar en la densidad 1,2 y 3 dentro de cada variedad. Esto difiere con lo dicho por Del Castillo et al. (2013) y Morgan et al. (1992) quien dice que a medida que se incrementa la densidad de semilla, el peso seco de la muestra disminuye ya que hay mayor pérdida de materia seca por respiración en el forraje obtenido. Aunque para estos experimentos no se tomo el cuenta el potencial de cada variedad ya que difieren en cuanto a la tolerancia a la densidad por su contitucion genetica. Por otro lado, la variedad 1 y 3 respondieron mejor a la densidad 4, la variedad 2 a la densidad 3 y la variedad 4 a la densidad 2 (Figura 4.2). Esto coincide con Vargas-Rodríguez (2008) quien menciona que la densidad de siembra adecuada es diferente en cada especie y recomienda para el trigo una densidad de 2.4 kg m<sup>-2</sup>. Cerrillo et al. (2012) reporta que densidad de siembra que dio mejores resultados para trigo y avena es de 5.0 kg m<sup>-2</sup>.

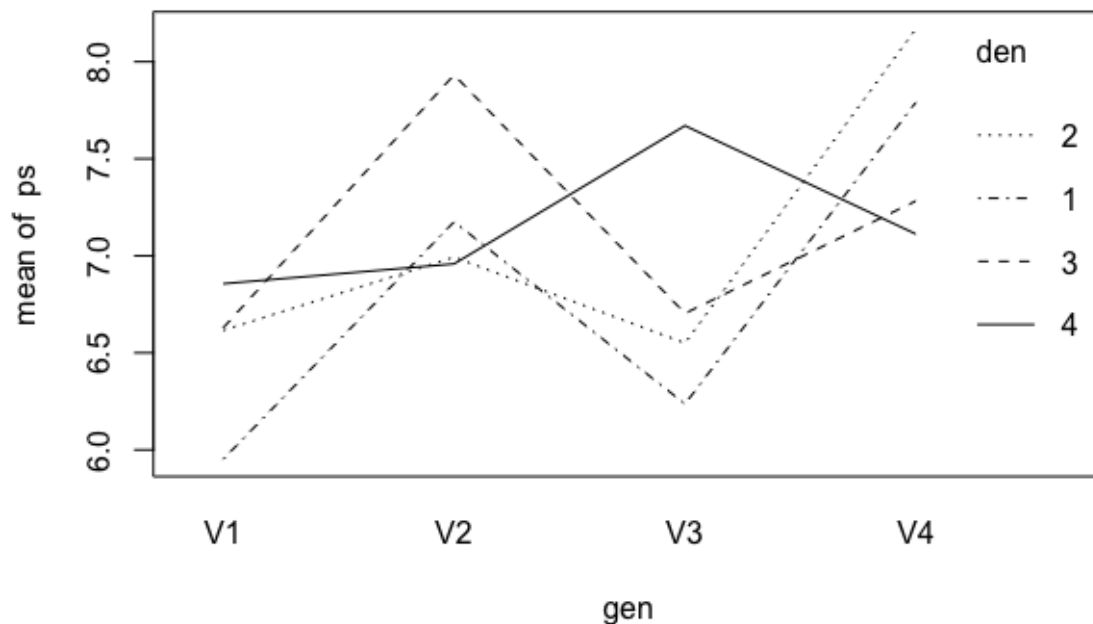


Figura 4.2. Interacción de las variedades con las densidades en la producción de peso seco

De forma general la densidad 4 aplicando una fertilización 2 mejoran significativamente el peso seco, ocurriendo lo contrario al aplicar la fertilización 4. Por otro lado, la peor combinación fue la densidad 1 y fertilización 1 ya que se obtuvo el valor más bajo (Figura 4.3). Esto puede ser debido a que la relación que guardan los diferentes nutrientes dentro de la solución nutritiva promueve la productividad de los cultivos debido a que interaccionan tanto aniones como cationes, puesto que la absorción de nutrientes por las raíces de las plantas es selectiva, y depende de la fase de crecimiento en que el cultivo se encuentre, además de las concentraciones disponibles de los nutrientes (Papadopoulus et al., 2002). Así mismo, el forraje es rico en minerales, entre los que destacan cobre, fósforo, zinc, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso y potasio. Cuando el potasio se incrementa en relación al nitrógeno general una relación de 1.5, promueve el crecimiento reproductivo (López et al. 2011).

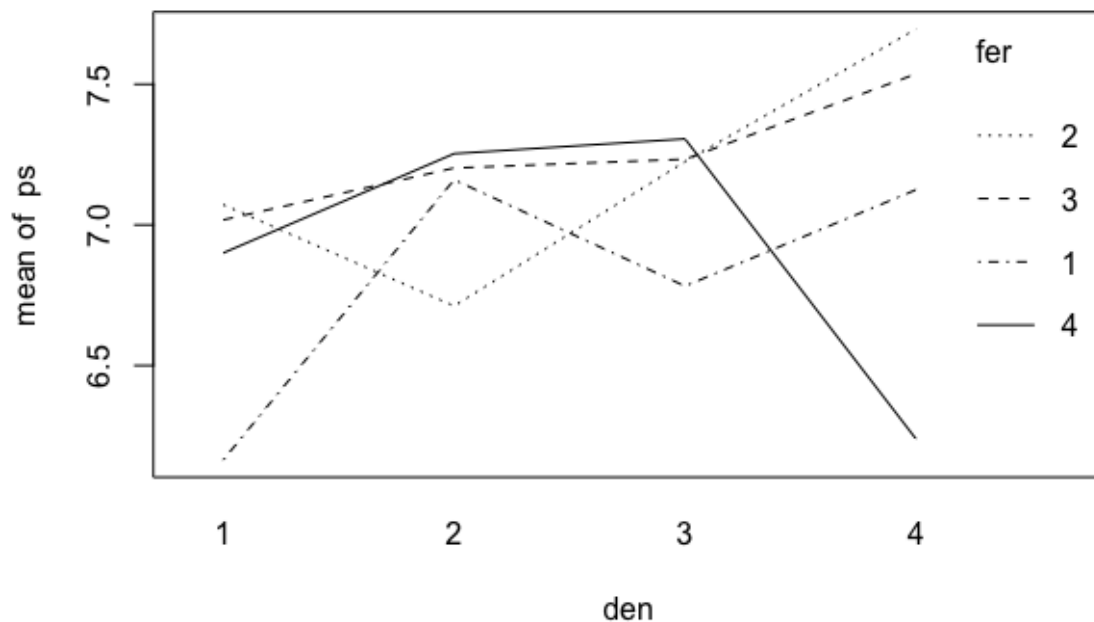


Figura 4.3. Interacción de las densidades con las fertilizaciones en la producción de peso seco

El peso húmedo y el peso seco presentaron una correlación alta positiva teniendo un valor de 0.78. El modelo se ajusta a una regresión lineal por la tendencia de los datos y por cada unidad de pH el PS incrementará 0.254 unidades (Figura 4.4).

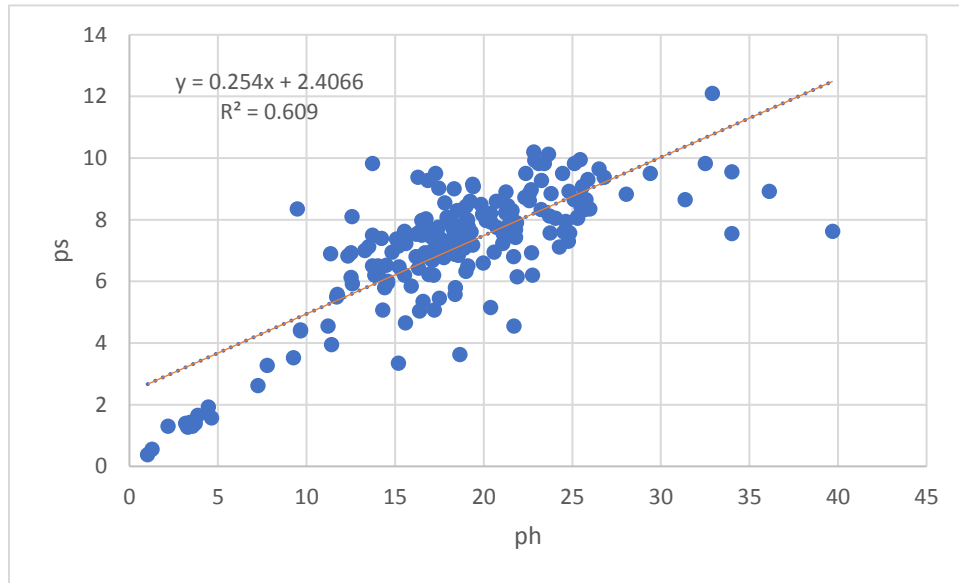


Figura 4.4. Regresión lineal del peso húmedo con el peso seco

## **V. CONCLUSIONES**

El peso fresco y seco de forraje presentan una relación positiva donde las variedades Baltazar y UA obtuvieron mayor potencial, pero hay que seguir trabajando en su mejoramiento genético ya que no superaron al testigo.

En el peso seco hay interacciones que mejoran o empeoran el potencial de las variedades.

## VI. LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 2001. Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 68 p.
- Arano, C. R. 1998. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 180 p
- Cash, S. D., L. M.M. Staber, D.M . Wichman and P. F. Hensleigh. 2004. Forage yield, quality and nitrate concentration of barley grown under irrigation. Montana State University.
- Cerrillo S., M. A.; Juárez R., A. S.; Rivera A., J. A.; Guerrero C., M.; Ramírez L., R. G.; Bernal B., H. 2012. Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena. *Interciencia* 37(12):903-913.
- Colín, R. M. 2007 producción de materia seca, valor nutritivo e interacción genotipo ambiente en líneas imberbes de cebada forrajera. Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Colín, R.M. 1992. Apuntes de cultivos básicos (notas de trigo); Departamento de Fitomejoramiento, Programa de Cereales Pequeños. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Colín, R.M., A.J. Lozano, G. Martínez, V.M. Zamora, J.T. Santana y M.V. Méndez, 2004. Producción de materia seca de líneas de cebada forrajera imberbe en cuatro ambientes y correlaciones entre algunos componentes del rendimiento de forraje. Resultados de investigación 2003. U.A.A.A.N.
- Del Castillo, F.S., Pérez, M., del Carmen, E., Contreras Magaña, E., & Morales Gómez, J. 2013. Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso de borregos. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(4), 35-43.
- Echeverri, S. A. 1958. Anotaciones para un programa de mejoramiento de pastoreo y forrajes. *Agricultura Tropical*. 14: 181-190.
- Guerrero, A. 1992.- Cultivos herbáceos extensivos. Ed. Mundiprensa. Madrid, España.

- Hernández Córdova, N., Soto Carreño, F., & Plana Llerena, R. (2015). Comportamiento del crecimiento y rendimiento del cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.) en tres fechas de siembra. *Cultivos Tropicales*, 36(1), 86-92.
- Hughes, H. D., M. E. Heath y D. S. Metcalfe. 1974. Forrajes, Ed. CECSA, México p. 343-373.
- Infoagro. 2000. Infoagro Systems S.L. Toda la agricultura en internet. Recuperado el 15 de octubre de 2012, de sitio web de agricultura. El cultivo de trigo1.
- López A., P. P.; Cano M., A.; Rodríguez R., G. S.; Torres F., N.; Rodríguez R., S. M.; Rodríguez R., R. 2011. Efecto de diferentes concentraciones de potasio y nitrógeno en la productividad de tomate en cultivo hidropónico. *Tecnociencia Chihuahua* 5(2): 98-104.
- López Bellido, L. 1990. Cultivos herbáceos. Vol. L. cereales. Editorial mundi prensa.
- Moreno, S. J. C. 2012. Resistencia de un biotipo de *Avena fatua* L. Al herbicida Clonadifop-propargyl colectado en el estado de Guanajuato. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México, México. 76 p
- Morgan, J. V. R. Hunter, R.; O'Haire, R. 1992. Limiting Factors in hydroponic barley grass production. Eighth International Congress on Soilless Culture. Proceedings. International Society for Soilless Culture. Ireland pp. 241-261.
- Ortiz-Malcher, F. 1998 las plantas necesitan Fósforo. Instituto de la potasa y el Fósforo. Serie No. 2 . México. P. 16-17.
- Papadopoulos, A. P.; Denness, D. A.; Theriault, J. 2002. The Canadian greenhouse vegetable industry with special emphasis on artificial lighting. *Acta Horticulturae* 580(1): 29-33.
- Peoples, M. B. Herridge y J. K. Landha. 1994. Biological Nitrogen Fixation: An Efficient Source of Nitrogen for Sustainable Agricultural Production. 15 congreso mundial de la ciencia del suelo. México 4:239-244.
- Poelhman, J. M. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. México.
- Rawson, H. & Gómez, H. 2001. Trigo regado manejo de cultivo roma; FAO.



- Rico, C. M. 2014. Producción de materia seca, valor nutritivo e interacción genotipo ambiente en líneas imberbes de cebada forrajera.
- Robles, S. R. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa Wiley.5ºed.pp-592.México
- Rodríguez, S. F. 1998. Fertilizantes, nutrición vegetal. A.G.T. Editorial. Mexico.
- SAGAR, ASERCA. 2000. Situación Y Perspectiva de los Mercados Internacionales de Maíz, Trigo, Algodón y Soya, ISNN0188-9978, paginas 26.
- SAGAR. 2000. Análisis Fundamentales de los Mercados Agrícolas, ISNN0188-9974, paginas 28.
- SAGARPA, 2001. Situación actual y perspectiva de la producción de trigo en México 1990- 2000. Centro de Estadística Agropecuaria / SAGARPA, México.
- SAGARPA. 2016 . Trigo grano, fuente de pastas, pan y galletas. Recuperado de <http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/trigo-grano-fuente-de-pastas-pan-y-galletas-idiom=es>
- Serna- Saldívar, S. R O. 2009. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. D.F. México: AGT Editor.
- SIAP. 2019. Avance de Siembras y Cosechas, Resumen por estado. Link.[http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do)
- Solís E. 2000. Antecedentes de Investigación. En: Trigo de riego, Origen, Variedades, Manejo del cultivo, Calidad Industrial. Solís, E., Rodríguez, A. (eds). División agrícola, SAGAR-INIFAP. Pp. 21-76.
- Terra Nova, 1995. Enciclopedia Agropecuaria. Producción Agrícola. Tomo 1.Ed. Panamericana S. A. Santa Fé de Bogota, Colombia.
- Tisdale, S. C. y W. L Nelson. 1970 Fertilizantes de suelos y Fertilizantes. Barcelona, España. P 760.
- Torres R. E. 1996. Agrometeorología – México, Trillas: UAAAN, Primera Edición.
- Vargas-Rodríguez, C. F. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía Mesoamericana 19(2): 233-240.

Villaseñor H. E. 2000. Importancia del trigo de temporal en México. Villaseñor H. E. y Espitia R.E. (eds). El trigo de temporal en México, Chapingo estado de México INIFAP. Campo Experimental Valle del México, Pp. 313.